

ICS 29.080.10

F 24

备案号: 50766-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 859 — 2015

代替 DL/T 859 — 2004

高压交流系统用复合绝缘子 人工污秽试验

Artificial pollution tests on composite insulators used on
high-voltage AC systems

杭州高电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 电力试验工程服务

2015-07-01 发布

2015-12-01 实施

国家能源局

发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般试验要求	2
5 固体层法	4
6 盐雾法	9
附录 A (资料性附录) 评定试验设备是否符合要求的补充资料	13
附录 B (规范性附录) 污秽水平和统一爬电比距的关系	14
附录 C (资料性附录) 检验污层均匀性的测量方法	15
附录 D (规范性附录) 固体层法中评定或检验绝缘子耐受特性的方法	16
附录 E (规范性附录) 固体层法升压闪络试验方法	17
附录 F (规范性附录) 盐雾法闪络试验方法	18
附录 G (规范性附录) 评定或检验绝缘子耐受特性的盐雾法	19

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。
本标准代替 DL/T 859—2004《高压交流系统用复合绝缘子人工污秽试验》，与 DL/T 859—2004 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 将固体层法从附录移至标准正文；
- 固体层法中增加了惰性物质高岭土；
- 固体层法中增加了染污试品表面憎水状态的模拟。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业绝缘子标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：清华大学、山东电力研究院、华东电力试验研究院、辽宁电力科学研究院有限公司、江苏省电力公司电力科学研究院、广东电网公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：周军、吴光亚、梁曦东、沈庆河、肖嵘、杨铁军、刘洋、彭向阳。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

高压交流系统用复合绝缘子 人工污秽试验

1 范围

本标准规定了标称电压高于 1000V、频率为 50Hz~60Hz 交流架空线路、变电站和电气化铁路接触网用户外和暴露在大气中的复合绝缘子（以下简称绝缘子）人工污秽工频耐受特性的测定。

本标准适用于各类复合绝缘子以及具有憎水性外绝缘表面的绝缘子。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.5 电工术语 绝缘固体、液体和气体

GB/T 2900.8 电工术语 绝缘子

GB/T 4585 交流系统用高压绝缘子的人工污秽试验

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第 2 部分：测量系统

GB/T 24622 绝缘子表面湿润性测量导则

GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分：定义、信息和一般原则

IEC 60507 交流系统用高压绝缘子的人工污秽试验 (Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. system)

3 术语和定义

GB/T 2900.5、GB/T 2900.8、GB/T 26218.1 所界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

试验设备的短路电流 **short-circuit current of test device**

I_{sc}

试品在试验电压下短路时由试验设备所供给电流的方均根值。

3.2

盐度 **salinity**

S_a

盐在自来水中溶液的浓度，它由盐量除以溶液体积来表示，单位为 kg/m^3 。

3.3

污秽层 **pollution layer**

由盐和惰性材料组成的在绝缘子的绝缘表面上的导电电解层。

3.4

污层电导率 **layer conductivity**

K

污层的电导与形状因数的乘积，它通常以 μS 表示。

3.5

污秽度 pollution grade

表征施加在被试绝缘子上人工污秽的量（盐度、污层电导率、附盐密度）的值。

3.6

盐密 salt deposit density; SDD

在绝缘子一个给定表面（金属部件和装配材料不包括在此表面内）上，为进行人工污秽试验而人工沉积的污秽物中的氯化钠（NaCl）量除以该表面的面积，一般以 mg/cm^2 为单位。

3.7

基准盐度 reference salinity

表征某一试验所使用的盐度值。

3.8

基准污层电导率 reference layer conductivity

表征某一试验所使用的污层电导率的数值，它定义为仅在进行电导测量时带电的一绝缘子潮湿污层的电导率的最大值。

3.9

基准附盐密度 reference salt deposit density

表征某一试验所使用的附盐密度的数值，它定义为从进行任一试验前染污了的绝缘子中选取的几个绝缘子或它的几个部分上测得的附盐密度的平均值。

3.10

规定的耐受污秽度 specified withstand pollution grade

绝缘子在 6.5 或 5.7.3 规定的条件下，4 次试验中至少有 3 次试验能耐受住规定试验电压的基准污秽度。

3.11

最大耐受污秽度 maximum withstand pollution grade

绝缘子在 6.5 或 5.7.3 规定的条件下，在规定的试验电压下 4 次试验中至少有 3 次试验能耐受住的最高污秽度。

3.12

规定耐受电压 specified withstand voltage

施加到绝缘子上的试验电压，绝缘子在此试验电压和 6.5 或 5.7.3 规定的条件下，4 次试验中至少有 3 次试验能耐受住规定的污秽度。

3.13

最大耐受电压 maximum withstand voltage

绝缘子在 5.7.3 或 6.5 规定的条件下，4 次试验中至少有 3 次试验能耐受住规定污秽度的最高试验电压。

4 一般试验要求

4.1 试验方法

本标准第 5 章和第 6 章中所规定的固体层法和盐雾法推荐为标准试验方法。电压持续升高至闪络的方法不作为标准试验方法，仅供特殊目的使用。

4.2 试品清洗

如果需要，绝缘子的金属附件应在第一次试验之前涂上抗盐水涂料，以保证试验期间没有腐蚀物落

到绝缘子表面。

绝缘子在第一次试验之前，应仔细用自来水清洗，除去所有污物的痕迹。以后每次染污前，仅需用自来水彻底清洗，以除去污秽物的所有痕迹。每次清洗后，手不应触及绝缘子的绝缘表面。

4.3 试品布置

绝缘子一般垂直安装于雾室中。

模拟实际运行条件（如水平、倾斜、安装金属附件等）的安装方式，可经供需双方协商确定。对特殊不在垂直安装方式下试验的绝缘子（如穿墙套管和电力断路器的纵向绝缘），仅考虑运行中的安装方式。

除绝缘子的支持物以及喷嘴柱外，绝缘子与任何接地物体之间的最小间距应为每 100kV 试验电压不小于 0.5m，但至少为 1.5m。支持结构以及带电金属附件的布置，至少在绝缘子的最小间距内模拟运行中的情况。喷嘴的布置及其结构应符合 6.2 的要求。

电容效应对试验结果的影响可作以下考虑：

- 至少在 635kV 及以下试验电压下，可认为金属附件不会明显影响试验结果；
- 特别是采用固体层法时，内部的大电容对表面电气性能会产生影响。

4.4 对试验设备的要求

4.4.1 试验电压

试验电压的频率为 45Hz~65Hz。

通常要求试验电压应与绝缘子在正常运行条件下能耐受住的最高相电压一致，该值为 $U_m/\sqrt{3}$ 。其中 U_m 是设备的最大线电压。当对相对相配置或中性点绝缘的系统用绝缘子进行试验时，试验电压可高于此值。

4.4.2 最小短路电流

试验设备的最小短路电流要求如下：

- 短路电流 I_{sc} 最小值 $I_{sc \min}$ 与试验中绝缘子的表面电应力（用爬电比距 L_s 表示）有关， $I_{sc \min}$ 应满足如图 1 所示的关系曲线；
- 除 a) 外，试验设备还应满足电阻与电抗之比 (R/X) 不小于 0.1、电容电流与短路电流比 (I_c/I_{sc}) 在 0.001~0.1 范围内的要求（评定是否符合该要求的判定准则见附录 A）；
- 若 I_{sc} 大于 6A，但不满足图 1 中的要求值，本标准中所规定的耐受特性试验还可进行，仅需电源应满足 d) 的规定；

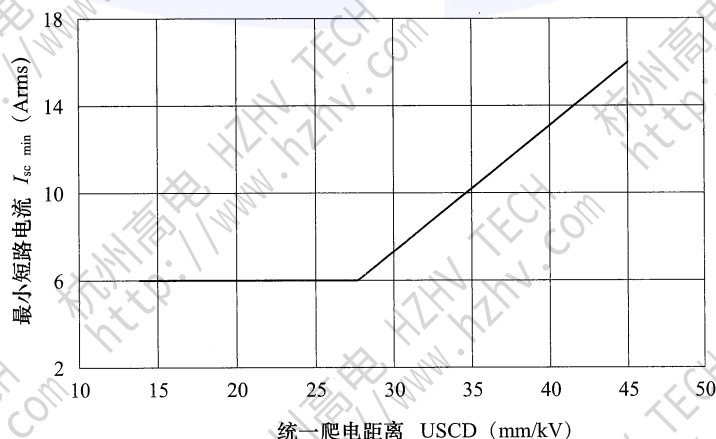


图 1 对试验设备要求的最小短路电流 $I_{sc \min}$ 与被试绝缘子统一爬电比距 L_s 的关系

- d) 在每次耐受特性的试验中,应记录测量最高泄漏电流脉冲的幅值 I_{hmax} ,并在能耐受住的三次试验结果中确定最大值 I_{hmax} ,该值应满足下列条件:

$$I_{sc}/I_{hmax} \geq 11 \quad (1)$$

式中:

I_{sc} ——方均根值;

I_{hmax} ——峰值。

4.5 污秽水平和统一爬电比距的关系

污秽水平和统一爬电比距的关系见附录 B。

5 固体层法

5.1 污液的组成

5.1.1 硅藻土混合物

硅藻土混合物的组成为:

- 100g 硅藻土;
- 10g 高度分散的二氧化硅,颗粒大小为 $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$;
- 1000g 自来水;
- 适量的商业纯氯化钠。

当自来水的体积电导率高于 0.05S/m 时,推荐使用软化水。

表 1 中列出了绝缘子表面上基准污秽度与 20°C 时污液体积电导率间近似的对应关系。表 2 列出了硅藻土的主要特性,表 2 中颗粒分布表示硅藻土总质量百分数值的颗粒能通过的筛孔直径 (μm),其体积电导率是使用软化水测得的值。

污染绝缘子绝缘表面上污秽度的最大误差为规定值的 $\pm 15\%$ 。

表 1 绝缘子绝缘表面上基准污秽度和温度 20°C 污液体积电导率间近似的对应关系

混合物的基准污秽度		污液的体积电导率 σ_{20} S/m
盐密 SDD mg/cm^2	污层电导率 K_{20} μS	
0.017 6	7	0.21
0.025	10	0.30
0.035 3	14	0.42
0.050	20	0.60
0.070 5	28	0.85
0.1	40	1.20
0.141	56	1.69
0.20	80	2.40

表 2 硅藻土主要特性

质量组成 %	颗粒分析 (累积分布) μm	体积电导率 σ_{20} S/m
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ H ₂ O	16% 50% 84%	0.001 5~0.02
70~90 5~25 0.5~6 7~14	0.1~0.2 0.4~1 2~10	

5.1.2 高岭土混合物

高岭土混合物的组成为：

- 100g 高岭土；
- 1000g 自来水；
- 适量的商业纯氯化钠。

当自来水的体积电导率高于 0.05S/m 时，推荐使用软化水。

表 1 中列出了绝缘子表面上基准污秽度与 20℃时污液体积电导率间近似的对应关系。表 3 列出了高岭土的主要特性，表 3 中颗粒分布表示高岭土总质量百分数值的颗粒能通过的筛孔直径 (μm)，其体积电导率是使用软化水测得的值。

污染绝缘子绝缘表面上污秽度的最大误差为规定值的 $\pm 15\%$ 。

表 3 高岭土主要特性

重量组成 %				颗粒分析 (累积分布) μm			体积电导率 σ_{20} S/m
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	H ₂ O	16%	50%	84%	0.001 5~0.02
40~50	30~40	0.3~2	7~14	0.1~0.2	0.4~1	2~10	

5.2 污染试品预处理

5.2.1 清洁试品预处理

将试品用自来水及酒精清洗干净，干燥后用塑料布包裹，封存待用。

5.2.2 染污试品预处理

涂污前应对试品进行预处理。用干燥的海绵团或软毛刷在复合绝缘子表面轻轻地均匀涂敷一层干燥的硅藻土，再用洗耳球等气吹装置吹掉表面多余的硅藻土，使得绝缘子表面附着很薄的一层亲水性物质。由于这层硅藻土极薄，因此并不影响复合绝缘子的灰密。涂污应在试品预处理后 1h 内完成。

5.3 染污

5.3.1 基本要求

染污应在试品预处理后 1h 内完成。对线路绝缘子宜使用定量涂刷法，对大直径套管宜采用喷污法。推荐检验污层均匀性的污层电导率的测量方法按附录 C 进行。

在对被测试品进行染污同时，对于每一种试验条件，应对一支相同试品进行相同条件下染污，以备试验前进行憎水性状态的检测。

5.3.2 定量涂刷法

试品的污秽度用盐密、灰密表示时，根据试品所需的盐密、灰密及绝缘子的绝缘体表面积，计算出每只试品所需的氯化钠和不溶物性物质量，氯化钠的称量误差不超过所需量的 $\pm 1\%$ ，不溶物的称量误差不超过所需量的 $\pm 10\%$ ，然后加上适量的软化水。如果需要，还可加上适量糊精（或明胶），将其搅拌均匀后，全部均匀地涂刷到试品绝缘体表面上。

试品的污秽度用污层电导率表示时，根据试品所需的污层电导率及绝缘子的绝缘体表面积估算并称量每只试品所需的氯化钠量，其称量误差不作严格规定。根据试品所需的灰密及绝缘子的绝缘体表面积

计算并称量所需的不溶物质量，其称量误差应不超过所需量的 $\pm 10\%$ ，然后加上适量的软化水，如果需要还可加入适量的糊精，将其搅拌均匀后，全部均匀地涂刷到试品绝缘体表面上。

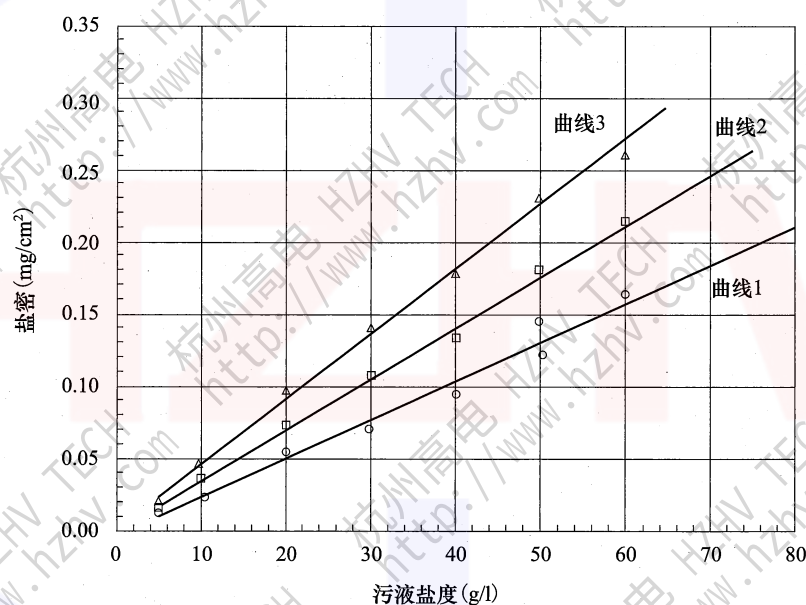
5.3.3 喷污法

用喷枪将搅拌均匀的污秽物悬浮液喷到清洁而干燥的试品绝缘体表面上，使其均匀地覆盖一层污秽物，其均匀程度用目力检查即可。同一批试品在染污前应有相同的温度和湿度，在染污过程中应保持相同的环境和工艺条件。

5.3.4 浸污法

推荐使用的浸污法具体程序如下：

- a) 浸污槽的尺寸及污液量应保证试品被全部浸没于污液中。参照图 2、图 3 曲线，根据试验要求的盐密、灰密及污液体积，得到所需的 NaCl、不溶惰性物质及去离子水（或软化水）的量。配置污液并搅拌均匀。



曲线1—灰密 $0.1\text{mg}/\text{cm}^2$ (对应灰度 $100\text{g}/\text{l}$)；曲线2—灰密 $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ (对应灰度 $240\text{g}/\text{l}$)；
曲线3—灰密 $1.0\text{mg}/\text{cm}^2$ (对应灰度 $320\text{g}/\text{l}$)

图 2 污液盐度与盐密曲线

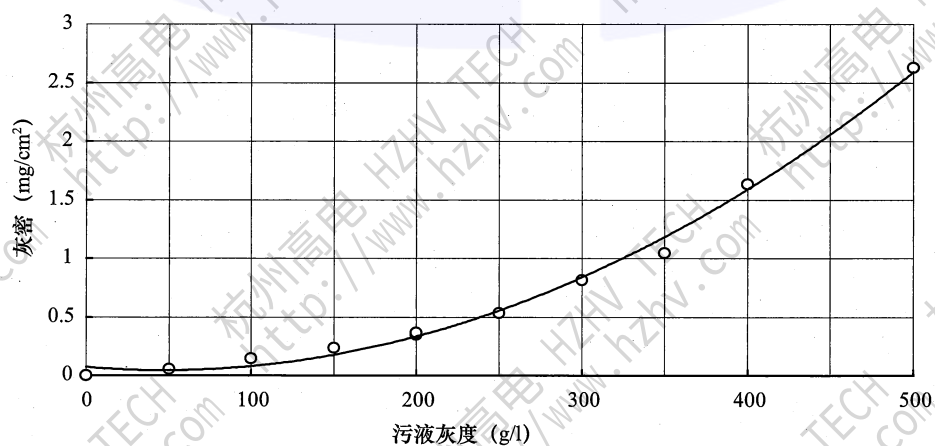


图 3 污液灰度与灰密曲线

- b) 将预处理过的试品小心浸入, 转动 1 周~2 周后拿出, 在实验室标准环境条件下干燥。对伞裙边缘积聚的污液, 应予以清除。在试品浸入染污的过程中应不断搅拌污液保证其均匀性。
- c) 为了保证涂污的准确性, 浸污后应校核该试品部分伞裙或同样条件下另一只染污陪试品的盐密及灰密, 确定所涂污秽是否与预定污秽度相符合, 测量方法见 5.4.1。

5.4 被试绝缘子污秽度的测定

5.4.1 盐密

用于测量盐密的试品, 应在进行任何一项试验之前, 从被染污试品中随机抽取。

应仔细清洗绝缘子的全部绝缘件表面, 或将上表面和下表面分别清洗, 但金属部件除外。当仅有一只试品时, 盐密的测量可在它的几个伞裙上进行。测量后应对清洗过的表面再涂覆污层予以恢复。用于 SDD 测量用的试品, 在污层干燥前应仔细地除去污滴。

最后将沉积物溶解在已知量的水中, 最好使用软化水。得到的污液在温度 θ ($^{\circ}\text{C}$) 下测量体积电导率 σ_{θ} (S/m) 前, 应至少保持搅动 2min, 然后按本标准式 (5) 求得 σ_{20} 值。

当 σ_{20} 在 0.004S/m~0.4S/m 范围内时污液的盐度 S_a (kg / m^3) 可按下式求得:

$$S_a = (5.7\sigma_{20})^{1.03} \quad (2)$$

按下式计算盐密 SDD (mg/cm^2):

$$\text{SDD} = \frac{S_a V}{A} \quad (3)$$

式中:

V ——污液的体积, cm^3 ;

A ——清洗表面的面积, cm^2 。

5.4.2 污层电导率

应在试品湿润期间反复测量污层电导率, 直到测出污层最大电导率为止, 此最大电导即为该只试品的电导率。

测量时应对试品每米爬电距离施加电压约 700V (rms), 施加电压的时间只需维持至能读出仪表读数即可。当施加较高值电压时, 测量时间应缩短至足以避免由于污层的发热或干燥而引起的严重误差。为了这个目的应该校验脉冲波的频度及波幅的变化, 使其不应影响到被测电流的波形。

污层电导率应按下式换算至基准温度 20 $^{\circ}\text{C}$:

$$K_{20} = K_{\theta} [1 - b (\theta - 20)] \quad (4)$$

式中:

θ ——绝缘子表面的温度, $^{\circ}\text{C}$;

K_{θ} ——温度 $\theta^{\circ}\text{C}$ 时的污层电导率, μS ;

K_{20} ——温度 20 $^{\circ}\text{C}$ 时的污层电导率, μS ;

b ——系数, 见表 5。

5.5 染污试品表面憎水状态的模拟

5.5.1 良好憎水状态 (HC1~HC3) 的模拟

为模拟现场正常运行具有良好憎水性复合绝缘子 (表面憎水性为 HC1~HC3) 的表面, 应使用惰性物质为 5.1.1 中规定硅藻土配成的污液, 并使涂污试品迁移一段时间后再进行试验。在实验室标准环境条件下, 人工污秽绝缘子应迁移 4 天再进行试验。

5.5.2 亲水状态 (HC7) 的模拟

为模拟现场极端条件下完全丧失憎水性的复合绝缘子 (表面憎水性为 HC7) 的表面, 可使用惰性物质为 5.1.2 中规定高岭土配成的污液。在实验室标准环境条件下, 从涂污到试验的时间不应超过 24h。

5.5.3 弱憎水状态 (HC5~HC6) 的模拟

为模拟现场常见具有弱憎水性复合绝缘子 (表面憎水性为 HC5~HC6) 的表面, 作为绝缘设计的参考, 可使用惰性物质为 5.1 中规定的硅藻土和高岭土, 按比例均匀混合后配成污液, 并使涂污试品迁移一段时间后再进行试验。在实验室标准环境条件下, 硅藻土与高岭土的质量比为 1:10, 人工污秽绝缘子在迁移 18h~24h 时间段内开始试验。

5.5.4 被试绝缘子表面憎水状态的检验

在污层湿润前, 应对憎水性测试试品的表面憎水状态进行喷水分级测试。当测得憎水状态与要模拟的状态一致时, 方可开始污层湿润; 若测得憎水状态与要模拟的状态不一致时, 本试验条件下本组试品需重新染污。

5.6 污层湿润的一般要求

污层湿润的一般要求如下:

- 污层应用人工雾湿润。试品周围的雾应均匀分布, 其均匀程度应使试品各部分的受潮状态基本相同。湿润开始时试品的温度与试验室周围温差小于 2K。
- 在试验室中的雾发生器应保持一恒定、均匀的流速, 直至一次单个的试验结束。
- 在污层达到一定的湿润程度以后, 水分开始从绝缘子伞缘滴落; 这样某些污秽量就从污层中流失并可能会清洗试品。

5.7 试验程序

5.7.1 程序 A

试验程序 A 如下:

- 本程序适用于带电后污层湿润, 其污秽度通常用盐密表示。
- 按 5.3 的规定将准备好的试品置于雾室中。
- 应使用蒸汽雾。雾发生器应在试品的下面并尽可能地接近地面, 在所有情况下, 它离试品至少 1m, 且雾的流动不应直接朝向试品。
- 施加试验电压后供雾。在正常周围温度下, 蒸汽雾的输入速率应在 $0.05 \text{ kg}/(\text{h} \cdot \text{m}^3) \pm 0.01 \text{ kg}/(\text{h} \cdot \text{m}^3)$ 范围内, 该值也可按 IEC 60507:1991 附录 D 中 D.4 的方法检验。
- 试验电压应维持至闪络, 否则应从试验开始维持 100min, 或是直至其泄漏电流峰值持续下降至最大峰值的 70%。
- 对于本程序, 污层仅能使用一次。

5.7.2 程序 B

试验程序 B 如下:

- 本程序适用于带电前和带电期间污层湿润, 其污秽度通常用污层电导率来表达, 也可以使用盐密表达。
- 启动雾发生器时, 按 5.3 的规定将准备好的试品置于雾室中。推荐使用蒸汽雾来湿润污层, 也

可采用冷雾或冷热混合雾。

- c) 应按 5.4 的规定测定被试品的污层电导。
- d) 在正常周围温度下, 输入雾室中雾的浓度和流动速度宜满足在 20min~90min (亲水性 20min~40min, 憎水性 90min 左右, 弱憎水性 30min~50min) 内使试品污层电导率达到最大值。试验时测得的污层电导率的最大值作为基准污层电导率。然后瞬时地或在不超过 5s 的时间内对试品加上试验电压并维持至闪络, 如不出现闪络则维持 15min。
- e) 同一污层的一个绝缘子只能进行一次试验。

5.7.3 耐受试验和判定准则 (程序 A 和程序 B)

本试验的目的是检验在规定试验电压下绝缘子是否能耐受规定的污秽度。

如果在进行的 3 次连续的试验期间未发生闪络, 则认为该绝缘子符合本标准。如仅出现一次闪络, 则应进行第 4 次试验, 如果不发生闪络, 则认为该绝缘子满足本标准。

5.7.4 闪络试验

固体层法闪络试验方法见附录 E。

5.8 评定或检验绝缘子的耐受特性的方法

评定或检验绝缘子的耐受特性的方法见附录 D。

6 盐雾法

6.1 盐溶液

盐溶液由商业纯的氯化钠 (NaCl) 和自来水按所要求的盐度配制。盐度应从 2.5、3.5、5、7、10、14、20、28、40、56、80、112、180 和 224kg/m³ 等级中选取, 允许最大误差为规定值的 ±5%。

规定盐度的盐溶液在 20℃ 时的体积电导率和密度值间的对应关系见表 4。

表 4 盐溶液在 20℃ 时体积电导率和密度值间的对应关系

盐度 S_a kg/m ³	体积电导率 σ_{20} S/m	密度 ρ_{20} kg/m ³
2.5	0.43	—
3.5	0.60	—
5	0.83	—
7	1.15	—
10	1.6	—
14	2.2	—
20	3.0	—
28	4.1	1018.0
40	5.6	1025.9
56	7.6	1037.3
80	10	1052.7
112	13	1074.6
160	17	1104.5
224	20	1140.0

当盐溶液温度不是 20℃ 时, 电导率可按下式校正:

$$\sigma_{20}=\sigma_{\theta} [1-b (\theta-20)] \tag{5}$$

式中:

- θ ——溶液温度, $^{\circ}\text{C}$;
- σ_{θ} ——温度为 $\theta^{\circ}\text{C}$ 时的体积电导率, S/m ;
- σ_{20} ——温度为 20°C 时的体积电导率, S/m ;
- b ——系数, 系数 b 见表 5。

表 5 不同温度下系数 b

θ $^{\circ}\text{C}$	b
5	0.031 56
10	0.028 17
20	0.022 77
30	0.019 05

当盐溶液温度不是 20°C 时, 密度可按下式校正:

$$\Delta_{20}=\Delta_{\theta} [1+ (200+1.3S_a) (\theta-20) \times 10^{-6}] \tag{6}$$

式中:

- θ ——溶液温度, $^{\circ}\text{C}$;
 - Δ_{θ} ——温度 $\theta^{\circ}\text{C}$ 时的密度, kg/cm^3 ;
 - Δ_{20} ——温度 20°C 时的密度, kg/cm^3 ;
 - S_a ——盐度, kg/cm^3 。
- 该校正公式仅对盐度大于 $20\text{kg} / \text{m}^3$ 时有效。

6.2 喷雾系统

6.2.1 喷雾器结构

雾在实验室中由规定数量的喷雾器产生, 喷雾器典型结构如图 4 所示。此喷雾借垂直吹向溶液喷嘴的压缩空气使溶液雾化。喷嘴由耐蚀管制成, 空气喷嘴内径为 $1.2\text{mm}\pm0.02\text{mm}$, 溶液喷嘴内径为 $2.0\text{mm}\pm0.02\text{mm}$ 。两种喷嘴的外径均为 $3.0\text{mm}\pm0.05\text{mm}$, 并且喷嘴的末端应切成直角并抛光。

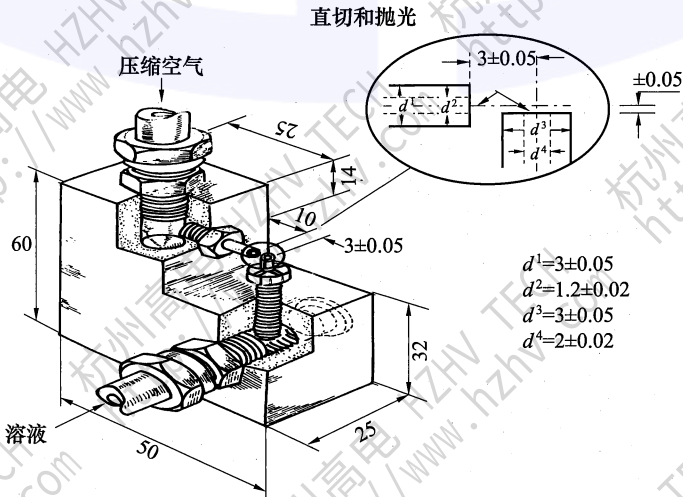


图 4 喷雾器典型结构 (单位: mm)

溶液喷嘴的末端应装在空气喷嘴轴线上，偏差在 $\pm 0.05\text{mm}$ 内。压缩空气喷嘴的末端和溶液喷嘴中心线间的距离应为 $3.0\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 。两个喷嘴的轴线应位于同一平面内，偏差在 $\pm 0.05\text{mm}$ 内。

6.2.2 喷雾器的排列

喷雾器应排成两纵列，平行于绝缘子并排在其两侧，绝缘子的轴线在两纵列所构成的同一平面内，即对垂直的绝缘子试验时应排成垂直的两纵列，而对水平的绝缘子试验时排成水平的两纵列。在倾斜的绝缘子情况下，如图5所示，包含绝缘子和两纵列的平面与水平面的交线应垂直绝缘子的轴线，在此情况下，溶液喷嘴的轴线应是垂直的。溶液喷嘴和绝缘子轴线间的距离应为 $3.0\text{m} \pm 0.05\text{m}$ 。

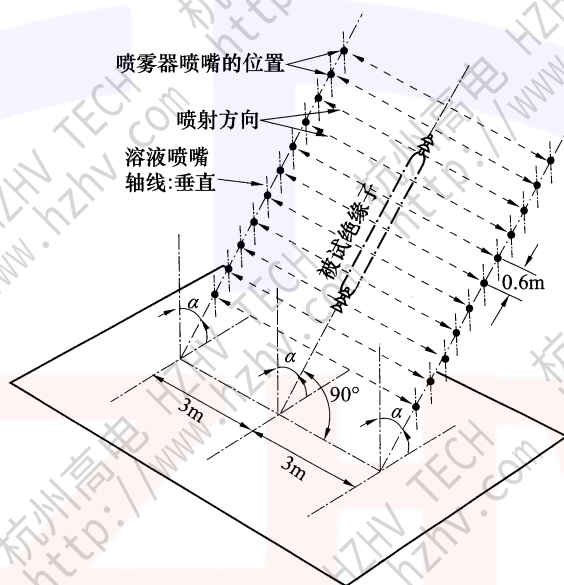


图5 倾斜绝缘子的试验装置

α —倾斜角

两个喷雾器间应相隔 0.6m 的间隔，每一喷雾器应与该纵列轴线的方向相垂直并朝向另一纵列的相应喷雾器，与喷雾器平面夹角在 1° 以内。对垂直的喷雾器是否符合此要求可这样核对：将溶液喷嘴降低，通水经空气喷雾器喷出。调节方向与对面喷来的方向一致。两纵列应超出绝缘子每端至少 0.6m。

对于长度为 H (m) 的绝缘子，每一纵列喷雾器的最少数量 N 应为

$$N = \frac{H}{0.6} + 3 \quad (7)$$

6.2.3 压力和溶液流量

供给喷雾器相对压力为 $700\text{kPa} \pm 35\text{kPa}$ 的过滤的无油空气。

试验期间每一喷雾器的溶液流量应为 $0.5\text{dm}^3/\text{min}$ ，并且全部喷雾器的总流量允许误差应为标称值的 $\pm 5\%$ 。

6.3 试验开始前的条件

当试品按 4.2 清洗后完全潮湿时试验即应进行。试验开始时试品应与雾室的温度处于热平衡状态。试品周围温度既不应低于 5°C 也不应高于 40°C ，且与水溶液温差不应超过 15K 。

对试品施加电压，启动盐溶液泵和空气压缩机，当喷嘴处压缩空气达到正常操作压力时试验就可以进行。

6.4 预处理过程

试品预处理过程及要求为：

- a) 试验时，将满足 4.2 要求的试品按 4.3 的规定安装于雾室中，启动喷雾器。
- b) 在基准盐度下施加 80% 的规定试验电压并持续 3h。
- c) 在预处理过程期间，电源的特性应不低于 4.4 规定。

6.5 耐受试验

6.5.1 试验目的

本试验的目的是验证绝缘子在规定试验电压下是否能耐受规定的盐度。

6.5.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 在被试品和雾室条件满足 6.3 和 6.4 的规定后，进行试验。
- b) 在规定试验电压下，对绝缘子施加 6.1 中规定盐度的盐溶液，然后对绝缘子进行一个系列试验。每一次试验施加的电压为 U_p ，持续时间为 1h，且在 2 次耐受试验之间的时间间隔不大于 30min。每次试验前应用自来水彻底清洗绝缘子，使盐全部清洗干净。

6.5.3 接收准则

应按 6.5.2 规定的程序共进行 12 次连续试验，若耐受次数不低于 8 次，则认为绝缘子满足了本标准规定。

6.6 闪络试验

盐雾闪络试验方法见附录 F。

6.7 评定或检验绝缘子耐受特性的盐雾法

绝缘子耐受特性的评定或检验方法见附录 G。

附录 A (资料性附录)

评定试验设备是否符合要求的补充资料

各种表面电应力水平和该试验设备规定条件下在任何试验位置 and 所有形式绝缘子上记录到的最高泄漏电流脉冲 I_h 最大值 I_{hmax} 见表 A.1。

表 A.1 最高泄漏电流脉冲 I_h 最大值 I_{hmax}

统一爬电比距 USCD mm/kV	I_{hmax} A (峰值)
27.8	0.55
34.7	0.85
43.3	1.35

试验发现, 当 I_{sc}/I_{hmax} 超过某极限值时, 耐受电压或耐受污秽度试验结果就不再受该比值影响。因此, 这种情况可以认为该试验设备的极限值等于 11。

对于比值 I_c/I_{sc} , 其规定极限一些试验设备通常都能符合, 特别是其下限, 会由于等值电源电容、集中电容 (套管和电容分压器) 以及回路中的杂散电容加在一起而达到。

附录 B

(规范性附录)

污秽水平和统一爬电比距的关系

这里的污秽水平和统一爬电比距的关系仅作为示例，并仅针对特定的盘形和长棒形绝缘子，不能用于线路绝缘子的型式试验。给出的耐受污秽度也不应解释为对支柱绝缘子和空心绝缘子的技术要求。

按 IEC 60507 的试验程序进行人工污秽试验所得到的污秽水平列于表 B.1 中，表 B.1 中给出了污秽度耐受值的范围。

表 B.1 污秽水平和统一爬电比距之间的关系

统一爬电比距 mm/kV	人工污秽试验，相对地电压下污秽度耐受值		
	盐雾法 kg/m ³	固体层法	
		盐密 mg/cm ²	污层电导率 μS
31.2	5~14	0.03~0.06	15~20
34.6	14~40	0.1~0.20	24~35
43.3	40~112	0.30~0.60	36
53.7	>160	—	—

附录 C (资料性附录)

检验污层均匀性的测量方法

C.1 装置和方法

检验绝缘子绝缘表面湿污层均匀性的装置是由一个探头和一个仪表构成。探头电极的布置如图 C.1 所示, 由直径为 5mm、中心距离为 14mm 的两个球形不锈钢电极构成。在检测时两个探头应在绝缘子表面上施加约为 9N 的力。

图 C.2 为仪器回路图, 由 6.8V 稳压电源供给两个电极间的表面电流, 其测量电流仪表的量程为 50 μ A。测量时, 应在绝缘子的绝缘表面不同点上, 考虑到极化影响, 应快速操作仪表。

C.2 准则

各测量值与平均值之差不大于平均值的 30%, 则认为污层的均匀性满足试验要求。

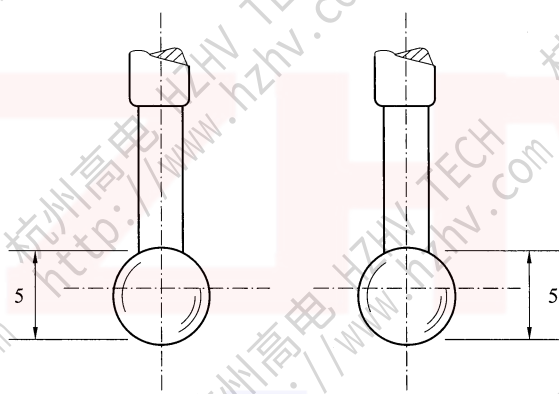


图 C.1 探头电极的布置 (单位: mm)

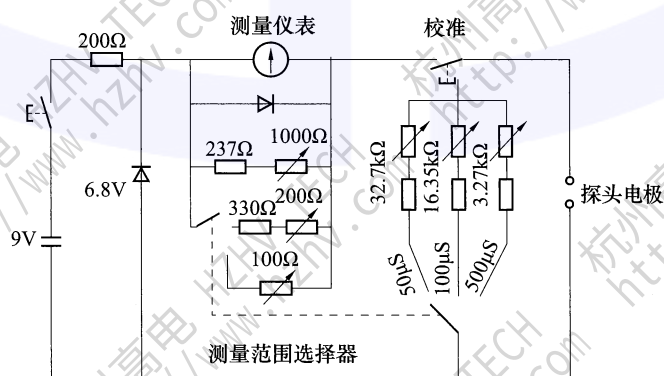


图 C.2 仪器回路图

附录 D

(规范性附录)

固体层法中评定或检验绝缘子耐受特性的方法

D.1 最大耐受电压的测定

D.1.1 测定方法

绝缘子在某一给定污层电导率或盐密下的最大耐受电压用逐级耐受法求得。

以预期的最大耐受电压作起始电压，每级升降电压级差约为起始电压值的 5%。每级电压下的试验程序与 5.7 相同。若在一电压下的闪络次数为 2，则不应在相同或较高电压下进行试验；若在一电压下的耐受次数为 3，则不应在相同或较低电压下进行试验。

D.1.2 判定准则

绝缘子能通过耐受污层电导率试验或耐受盐密试验的最高电压，为在该污层电导率或盐密下的最大耐受电压。

D.2 50%耐受电压的测定

绝缘子在某一给定基准污层电导率或基准盐密下的 50%耐受电压的测定，应在某一基准污秽度下经受至少 10 次“有效的”试验，试验应按 5.7 进行。试验采用升降法，每级升降电压的电压级差约为预期的 50%耐受电压的 10%。

将与前一次试验相比或是耐受或是闪络的第一次试验作为第一个“有效的”试验，只有这一次和随后的至少 9 次试验才算作有效的试验，并通过 10 次有效试验电压值来确定 50%耐受电压。

50%耐受电压应按下式计算：

$$U_{50\%} = \frac{\sum(n_i \times u_i)}{N} \quad (D.1)$$

式中：

u_i ——第 i 次施加电压值；

N ——在同一施加电压值 u_i 下进行试验的次数。

附录 E (规范性附录)

固体层法升压闪络试验方法

固体层法升压闪络试验方法不作为本标准的标准试验方法，可以作为特殊目的使用。

试品的染污和憎水性模拟按 5.3 和 5.5 的规定进行。

将污染后的试品按 4.3 的规定安装于雾室中。

每只（串）试品闪络一次，共试验 3 只（串）试品，以 3 只（串）试品闪络电压的平均值作为试品的闪络电压值，且各次闪络电压与平均值之差的绝对值不大于平均值的 15%。

附录 F

(规范性附录)

盐雾法闪络试验方法

F.1 试验程序

盐雾法闪络试验方法及程序如下：

- a) 试验时，将按 4.2 要求准备好的试品，置于盛有水的容器中 96h 后，立即放置雾室中，按 4.3 的规定安装于雾室中，然后启动喷雾器。
- b) 对已按 a) 准备好的试品，在基准盐度下施加试验电压持续 20min，或直至绝缘子闪络；如果绝缘子不发生闪络，则将电压每隔 5min 按 10%试验电压逐级升高至闪络。闪络后，重新施加电压并尽可能地升高至先前得到的闪络电压的 90%，然后每隔 5min 按初始闪络电压的 5%逐级升高至闪络。升压闪络过程应重复 2 次。
- c) 用自来水彻底冲洗绝缘子，使盐全部清洗干净，然后按 b) 再重复 2 次。
- d) 绝缘子应有 9 次闪络电压值，且各次闪络电压与平均值之差的绝对值不大于平均值的 15%。

F.2 说明

盐雾法闪络试验方法不作为本标准的标准试验方法，可以作为特殊目的使用。

附录 G (规范性附录)

评定或检验绝缘子耐受特性的盐雾法

G.1 最大耐受盐度的测定

G.1.1 测定方法

绝缘子在某一给定试验电压下的最大耐受盐度用逐级耐受法求得。

首先从 6.1 规定的盐度等级中选取预期的最大耐受盐度作为起始盐度，然后按该条规定的盐度等级逐级进行耐受试验，每级盐度下的试验程序与 6.5 相同。若在任意盐度下，耐受次数低于 8 次，则不应在相同或较高盐度下进行试验；若在任一盐度下，耐受次数大于或等于 8 次，则不应在相同的或较低盐度下进行试验。

G.1.2 判定准则

绝缘子能通过耐受盐度试验的最高盐度为在该电压下的最大耐受盐度。

若在 224kg/m^3 盐度下，通过了 12 次耐受，则可以认为最大耐受盐度等于或大于 224kg/m^3 ；若在 224kg/m^3 盐度下发生 4 次闪络和通过 8 次耐受，则可认为此盐度为最大耐受盐度。

G.2 最大耐受电压的测定

G.2.1 测定方法

绝缘子在某一给定盐度下的最大耐受电压用逐级耐压法求得。

以预期的耐受电压作起始电压，每级升降电压级差约为起始电压值的 5%。每级电压下的试验程序与 6.5 相同。若在任一电压下，耐受次数低于 8 次，则不应在相同的或较高盐度下进行。若在任一盐度下，耐受次数大于或等于 8 次，则不应在相同的或较低盐度下进行试验。

G.2.2 判定准则

绝缘子能通过耐受盐度试验的最高电压为在该盐度下的最大耐受电压。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
高压交流系统用复合绝缘子
人 工 污 秽 试 验

DL/T 859—2015

代替 DL/T 859—2004

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016年7月第一版 2016年7月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 39千字

印数 0001—1500册

*

统一书号 155123·2962 定价 13.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

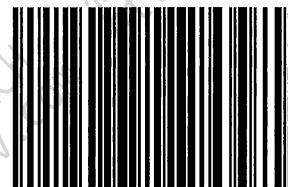
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2962